

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
Internet:postkamer@rivo.wag-ur.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

Intern RIVO rapport

Nummer: 03.014

Trofische interacties tussen Japanse oesters en mosselen

Een verkennend onderzoek

Edzard Gelderman

Project nummer: 3.01.12191.18

Datum: Augustus 2003

Aantal exemplaren:	7
Aantal pagina's:	40
Aantal tabellen:	2
Aantal figuren:	25
Aantal bijlagen:	6

Voorwoord

Voor u ligt het rapport dat enkele aspecten behandelt over trofische interacties tussen mosselen en oesters. Het onderzoek is gedaan in opdracht van Karin Troost voor haar promotie onderzoek. Dit rapport is tot stand gekomen ondanks enkele tegenslagen met apparatuur.

Langs deze weg wil ik enkele mensen bedanken voor hun hulp tijdens mijn onderzoek. Als eerste wil ik Karin Troost bedanken voor haar hulp. Zij heeft mij zeer goed geholpen en zorgde voor een goede sfeer tijdens het werk.

Verder wil ik mijn begeleider van school, de heer Elenbaas bedanken voor zijn begeleiding. Hoewel er weinig contact was, heb ik dit als zeer prettig ervaren.

En als laatste, maar zeker niet het minst belangrijke, wil ik iedereen van het RIVO-CSO heel erg bedanken voor de geweldige tijd die ik hier heb gehad.

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Abstract	5
1. Inleiding	6
1.1 Oesters	6
1.2 Mosselen	7
1.3 Larven	8
1.4 Filtreerders	8
1.5 Filtratie	9
1.6 Vestigingsplaatsen in de Oosterschelde	9
1.7 De Japanse oester, voors en tegens	10
1.8 probleemstelling	11
2. Materiaal en methode	12
2.1 Geometrie	12
2.2 Biometrie	13
2.3 Filtratie	13
2.3.1 Filtratiesnelheid	13
2.3.2 Voorkeur partikelgrootte	14
2.4 Maaginhoud	14
3. Resultaten	17
3.1 Blanco's	17
3.2 Voorkeur partikelgrootte	18
3.3 Filtratiesnelheid	19
3.4 Grootte deeltjes	21
3.5 Larven predatie	22
4. Discussie	23
4.1 Filtratiesnelheid en voorkeur partikelgrootte	23
4.2 Maaginhoud	25
4.2.1 Larven	25
4.2.2 Grootte deeltjes	26
5. Conclusie	28
6. Aanbevelingen	28
7. Literatuur	29
Bijlagen	31
Bijlage 1	31
Bijlage 2	31
Bijlage 3	33
Bijlage 4	34
Bijlage 5	36
Bijlage 6	37

Samenvatting

In de strenge winter van 1962-1963 was er een massale sterfte van de platte oester (*Ostrea edulis*) waarna oesterkwekers op zoek gingen naar alternatieven. In 1964 werd de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) geïntroduceerd. Er werd niet verwacht dat de Japanse oester zich zou handhaven vanwege de lage watertemperatuur waardoor ze zich niet voortplanten.

Na enkele goede broedvallen waarvan de eerste grote in 1976 plaatsvond was de Japanse oester niet meer weg te denken uit de Oosterschelde. Tegenwoordig is het bestand Japanse oester in de Oosterschelde op het litorale deel al zeker 766 ha.

De Japanse oester is een filtreerder, net als de Zeeuwse mossel (*Mytilus edulis*) die hier van oorsprong voorkomt. Omdat ze beide op een zelfde manier aan hun voedsel komen kan het zijn dat ze met elkaar concurreren. De oester kan meer filtreren door zijn hogere filtratiesnelheid.

Er is met een filtratieopstelling onderzocht of er een overeenkomst is in het dieet van de mossel en oester en of zij een voorkeur hebben voor een bepaalde partikelgrootte. Er zijn metingen verricht binnen de range 4 – 20 µm. Er is tevens gekeken naar een vergelijking van de filtratiesnelheden van mosselen en oesters.

Verder is er gekeken of mosselen en oesters in staat zijn om larven van schelpdieren te filteren. Dit is gedaan middels maagonderzoek waarbij er tevens is gekeken naar de grootste deeltjes in de maag om een bovengrens te bepalen voor te consumeren deeltjes.

Uit de filtratiegegevens kwam naar voren dat de mossel en oester binnen de onderzochte range geen voorkeur hebben voor een bepaalde partikelgrootte.

De oester filtreerde meer dan de mossel. De maximale gemiddelde filtratiesnelheid van oesters bedroeg 16,3 l/h/gr asvrij drooggewicht (adw). De gemiddeld maximale filtratiesnelheid van mossels bedroeg 11,3 l/h/gr adw.

Er is aangetoond dat zowel mosselen als oesters in staat zijn om larven te prederen. Dit gebeurt in veel geringere mate dan er werd verwacht uit berekeningen.

De grootste deeltjes die zijn aangetroffen in de maag van de mossel en oester zijn allebei dierlijk. Het grootste dierlijke deeltje bij de mossel had een afmeting van 4800 x 90 µm en bij de oester van 3000 x 140 µm. Bij de mossel is het grootste plantaardige deeltje 3000 x 50 µm en bij de oester 4000 x 60 µm.

Abstract

After a mass mortality of the flat oyster (*Ostrea edulis*) in the severe winter of 1962-1963, oyster farmers were looking for alternatives. In 1964 the Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) was introduced. It was expected that the Japanese oysters could not establish themselves in the Oosterschelde. Water temperatures were assumed to be too low for their reproduction. After a few good spat falls, the first one took place in 1976, the oyster was part of the Oosterschelde estuary. Nowadays the stock of the Japanese oyster in the intertidal part of the Oosterschelde covers at least 766 hectares.

The Japanese oyster is a filter feeder, just like the blue mussel (*Mytilus edulis*), which is an indigenous specie. Because both species have the same way to collect their food, it is expected that they are in competition with each other. The oyster is capable of filtering more water due to its higher filtration rate.

The similarity between the diets of mussels and oysters was studied with filtration experiments and if they have a preference for a certain particle size. Measurements took place within the range 4- 20µm. A comparison between filtration rates of mussels and oysters was made.

Furthermore the capacity of filtering bivalve larvae's was studied. Stomach contents of mussels and oysters were investigated on the presence of bivalve larvae's which was recorded. The largest particles present were recorded to define an upper level for particles which can be consumed.

Mussels and oysters did not seem to have any specific preference for a certain particle size. Oysters filtered more than mussels. The maximum average filtration rate of oysters was 16,3 l/h/g ash free dry weight (afdwt).

The maximum average filtration rate of mussels was 11,3 l/h/g afdwt.

There is demonstrated that mussels as well oysters are capable to filtrate larvae's. This happens much less as expected by calculations.

The largest particles found in stomachs of both mussels and oysters were zooplankton particles. The largest zooplankton particle found in mussels had a dimension of 4800 x 90 µm and for oysters 3000 x 140 µm. The largest algal particle found in mussels was 3000 x 50 µm and for oysters 4000 x 60 µm.

1. Inleiding

1.1 Oesters

Van oorsprong komt de platte of Zeeuwse oester (*Ostrea edulis*) (figuur 1) voor in de Oosterschelde. Vanaf de 17^{de} eeuw was er sprake van oesterkweek in de buurt van Zierikzee, maar pas in het begin van 19^{de} eeuw werden er percelen voor commerciële kweek uitgegeven (Odus, 2001). Met de platte oester werd op grote schaal gekweekt, waarbij er oesters waren uit drie jaarklassen (een, twee en drie jarigen). De geschatte populatie bedroeg ongeveer 120 miljoen stuks, waarvan er per jaar ongeveer 30 miljoen oesters werden verkocht voor consumptie (Drinkwaard, 1999). Na de koude winter van 1962 – 1963 was er een massale sterfte en bedroeg de populatie platte oesters nog ongeveer 4 miljoen stuks. Al snel werden er oesters uit Frankrijk geïmporteerd, om het bestand enigszins weer op stand te brengen. Gedurende een aantal jaren werd het oesterbestand aangevuld met oesters uit andere gebieden zoals Frankrijk, Engeland, Ierland, Italië en Griekenland.



Figuur 1: Platte oester (*Ostrea edulis*)

Ondertussen werd er gekeken naar alternatieven voor de platte oester. Er werd geprobeerd om de Portugese oester (*Crassostrea angulata*) te introduceren in 1963. Dit werd geen groot succes omdat deze soort zich niet goed kon handhaven in de Oosterschelde. In 1964 werd door een oesterkweker de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) (figuur 2) geïntroduceerd vanuit Britisch Colombia.

Doordat de platte oesters uit verschillende, met name warmere gebieden samen met de Zeeuwse oesters in de Oosterschelde zich ging voortplanten, ontstond er een mengelmoes aan nakomelingen. Dit was van negatieve invloed op de winterhardheid (de mogelijkheid om bij lage(re) temperaturen te overleven) zodat er ook bij een relatief hoge temperatuur in de winter aanzienlijk veel oesters stierven, wat gebeurde in de winter van 1978 (Drinkwaard, 1999). Ten slotte werd in 1980 tijdens een oestertransport uit Frankrijk de parasiet *Bonamia ostrea* geïntroduceerd, waardoor er een grote sterfte onder de platte oester ontstond. Dit was uiteindelijk de laatste klap voor de kweek van de platte oester in de Oosterschelde. Tegenwoordig komt deze soort nog in kleine mate voor op een enkele plek in de Oosterschelde. In de Grevelingen wordt nog wel gekweekt met de platte oester, maar met een klein bestand.

Aanvankelijk werd verwacht van de Japanse oester dat deze zich niet zou kunnen voortplanten vanwege de te lage watertemperatuur. Verder ging men er van uit tijdens de introductie dat de Oosterschelde vanwege de Deltaplannen zou worden afgesloten van de Noordzee. Hierdoor zou het water van zout naar zoet overgaan, een milieu waarin de Japanse oester niet kan overleven. Dit pakte zich uiteindelijk anders uit, in twee opzichten:

- De Japanse oester bleek wel in staat om zich voort te planten nadat in 1975 een broedval plaatsvond. Het jaar daarop, in 1976, vond er een veel grotere broedval plaats nadat de watertemperatuur gedurende 50 dagen boven de 20 °C was geweest. De oestertransporten uit Japan en de Verenigde Staten van de Japanse oester werden in 1977 stopgezet en in 1981 werd alle import gestopt.
- De Oosterschelde werd niet afgesloten, maar er werd besloten tot de aanleg van de Oosterschelde kering waardoor er nog steeds een getij werking is. Het water bleef zout waardoor de oester zich kon blijven handhaven.



Figuur 2: Japanse oester (*Crassostrea gigas*)

Deze twee punten zorgden ervoor dat de oester in staat was om zich te handhaven in de Oosterschelde. Het gebrek aan natuurlijke vijanden heeft hier ook veel aan bijgedragen. In hun larvale stadium lopen ze het risico om te worden gegeten en tevens oesters tot 7 cm worden in geringe mate door meeuwen gegeten. Deze laten de oester van enkele meters hoogte vallen totdat de schelp is gebroken (eigen waarnemingen, eigen waarnemingen van Stee, 2000). Tegenwoordig is de oester niet meer weg te denken uit de Oosterschelde en kan deze grote banken vormen, zoals te zien is in figuur 3, een oesterbank in de buurt van Neeltje Jans.



Figuur 3: Oesterbank nabij Neeltje Jans

1.2 Mosselen

De Zeeuwse mossel (*Mytilus edulis*) (figuur 4) wordt al zeer lang gekweekt in de Oosterschelde, maar vanaf ongeveer 1870 werden de eerste officiële percelen uitgegeven. De mossel in de Oosterschelde is tegenwoordig lang niet altijd meer een mossel uit de Oosterschelde. Dit komt omdat vrijwel alle mosselen uit de Waddenzee worden opgevist



als ze ongeveer 1 à 2 cm groot zijn, het zogenaamde mosselzaad. In de Oosterschelde worden ze op percelen gehouden t/tdat ze de lengte hebben bereikt van 5 à 6 cm, de "consumptielengte". Wilde bestanden in de Oosterschelde komen niet veel voor. Wanneer er een mosselbank wordt opgemerkt, wordt deze vaak vrij snel daarna opgevist en op een perceel gelegd. (Kater & Kesteloo, 2003)

Figuur 4: Mossel (*Mytilus edulis*) (www.awi-bremerhaven.de/.../FoodWeb/ Handbook/intro/them.html)

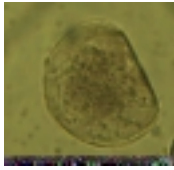
Het mosselbestand in de Oosterschelde wisselt sterk per jaar (Kater & Kesteloo, 2003). Dit komt doordat er elk jaar verschillende hoeveelheden mosselzaad vanuit de Waddenzee worden ingevoerd. Dat er elk jaar verschillende hoeveelheden worden geïmporteerd vanuit de Waddenzee heeft enkele redenen:

- De mosselen tellen mee voor de voedselreservering voor met name vogels zoals de scholekster en eidereenderen
- Elk jaar zijn er andere hoeveelheden mosselzaad. Dit is afhankelijk van verschillende fysische en chemische parameters die van belang zijn hoe de mosselen zich voortplanten en hoeveel larven het eerste jaar overleven. Mosselkwekers kunnen daarom niet alles opvissen wat ze willen.

Mosselen hebben een aantal natuurlijke vijanden. Als larve lopen ze het risico te worden gegeten door planktoneters en mogelijk ook door schelpdieren. In een later stadium worden ze gepredeerd door onder andere vogels zoals scholeksters en meeuwen. De grootste predatoren vormen echter krabben en de gewone zeester *Asterias rubens*. Wanneer deze in grote aantallen voorkomen vormt deze een bedreiging voor de mosselkweek (Kater & Kesteloo, 2003)

In Yerseke zit de enige mosselveiling ter wereld. Van hieruit wordt de afzet centraal geregeld.

1.3 Larven



Zowel de mossel als de oester hebben een paar perioden waarin ze zich voortplanten, het zogeheten "spawnen". De mossel spawned meestal in mei of juni.

Oesters hebben gescheiden sexen, maar deze kan tijdens de winter veranderen. Zij ontwikkelen zich eerst als mannelijke oester en gaan later als vrouwelijke oester functioneren. Oesters spawnen vanaf hun

Figuur 5: Mossellarve in het D stadium, breedte ca. 130µm

eerste levensjaar, waarbij de bevruchting extern plaatsvindt. De meeste oesters planten zich voor in juli en augustus, maar dit kan ook in juni en september plaatsvinden. Ze stoten hun gameten uit waarna er bevruchting plaatsvindt in de waterkolom.

Na enkele weken (3 à 4) zijn de larven dusdanig gegroeid en in gewicht toegenomen dat ze zich gaan settelen. De larven hebben van begin af aan al een schelp. Deze is bij de mossel vrij regelmatig van vorm. De larven van de mossel zijn duidelijk herkenbaar als ze in hun D stadium zijn (figuur 5).

De Japanse oester is daarentegen duidelijk herkenbaar als ze iets ouder zijn door hun grillige vorm wat voornamelijk komt door de umbo (figuur 6).



Figuur 6: Oesterlarve. Breedte ca 125µm

De Japanse oester hecht zich vast aan de ondergrond met hun bolle onderkant. Het is van belang voor larven om zich zo snel mogelijk te settelen omdat ze in de tijd dat ze als plankton door het water zweven een verhoogde kans hebben op predatie. Als de larven te groot zijn geworden om nog in het water te zweven zakken ze naar de bodem. Als de omstandigheden goed zijn zullen ze zich hier vestigen, anders zullen ze door over de bodem te "kruipen" een betere omgeving opzoeken. Oesterkwekers proberen de goede omgeving te scheppen voor oesterlarven door collectoren uit te zetten wat vaak lege mosselschelpen zijn (Reisse in Kater, 2002). Uit voorgaand onderzoek bleek dat de Japanse oester in staat is om larven te prederen (van Stee, 2000). Dit onderzoek zal hier op verder gaan waar tevens bij de mossel wordt onderzocht of deze larven predeert.

1.4 Filtreerders

Zowel mosselen als oesters zijn filtreerders, wat inhoudt dat zij kleine deeltjes in het water (seston) opnemen via de kieuwen en deze transporteren naar de mond. Op deze manier zijn deze soorten in staat om het water aanzienlijk te zuiveren. Voor de mossel is er een ondergrens bepaald van deeltjes die worden opgenomen van 4 µm (Petersen *et al*, 2001) en voor de oester 2 µm (Kater, 2002).

Een mooi voorbeeld van hoe de mossel in staat is om het water te filteren is bijvoorbeeld de hangcultuur bij Neeltje Jans. Hier is in het water een doorzicht van ongeveer 10 meter, terwijl in Nederland dit meestal enkele meters is. Een ander voorbeeld kan worden gehaald uit een onderzoek van Norén (1999) waar bleek dat een mosselbank in staat is om ongeveer 74% van deeltjes uit het water te filteren. Dit is een aanzienlijke hoeveelheid waarbij meteen kan worden afgevraagd hoe dat dan zit bij de Japanse oester. Als deze een soortgelijke bank vormt, hoeveel kan deze dan uit het water filteren?

Een deel van de opgenomen deeltjes wordt direct uitgescheiden in de vorm van pseudo faeces. Dit bestaat uit anorganische deeltjes, te grote deeltjes, te kleine deeltjes of in geval van een te groot aanbod van voedsel het overvloedige voedsel (Prins *et al*, 1991; Kater, 2002).

1.5 Filtratie

Tijdens dit onderzoek is er gebruik gemaakt van een filtratie opstelling om gegevens te verkrijgen over filtratiesnelheden van mosselen en oesters. Binnen dit gebied zijn er veel mogelijkheden om dit te bepalen en zijn de meningen zeer verdeeld (Riisgård 2001a).

- “Directe” methode: het water dat wordt uitgepompt door het proefdier wordt opgevangen. Dit kan worden gedaan door een rubberen buis bij de syphon te plaatsen waarvan het monster wordt genomen.
- “Doorstroomkamer” methode: Er gaat een constante stroom door een bakje, waarbij het water het proefdier maar één keer passeert.
- “Zuigingsmethode”: 2 buisjes worden bij de instroom en uitstroom opening van het schelpdier geplaatst dat het water opneemt.
- Clearance methode: Er wordt gemeten hoeveel deeltjes uit het water zijn gefilterd door het proefdier per tijdseenheid.
- Fotoaquarium methode: Water wordt met een hoge snelheid door een aquarium geleid langs proefdieren. Een foto cel circuit zorgt ervoor dat er een constante concentratie algen door het aquarium stroomt.
- Steady state methode: In het filtratiebakje is een volledig gemengd systeem, de concentratie is overal gelijk.
- Video observatie methode: met een microscoop videorecorder worden waterstromingen en deeltjes in het water opgenomen, aan de hand van de beelden kan worden berekend hoeveel er is gefilterd.
- Bio-depositie methode: feces en pseudo feces worden verzameld en geanalyseerd.

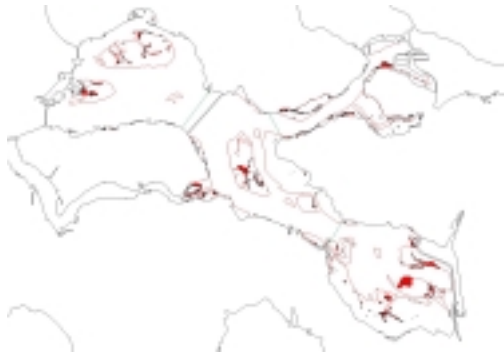
Een van de grootste tegenstrijdigheden is het gebruik van de flow through (water passeert het dier slechts één keer) en de steady state methode (volledig gemengd systeem). Bij filtratie experimenten wordt vaak gewerkt met algenconcentraties om zo optimale condities te scheppen voor de proefdieren. Deze resultaten geven wel een indruk van wat theoretisch gezien kan worden gefiltreerd, maar in het veld zal dit toch anders zijn, waar Cranford (2001) verwijst naar eigen onderzoek waar de gemiddelde verschillen tussen optimale condities en veld condities tussen de 320 en 1365 % bedragen. Volgens hem gebruiken filtreerders alleen gedurende korte tijd gebruik van hun hoogste filtratiesnelheid, maar gedurende langere tijd doen ze het aanzienlijk langzamer. Riisgård (2001a) is daarentegen een groter voorstander van gecontroleerde experimenten waar wordt uitgegaan van optimale omstandigheden. In zijn artikel geeft hij toe dat deze resultaten misschien niet geheel van toepassing zijn op populaties in het wild. Om geen vertekend beeld te krijgen met de eigen filtratie experimenten wordt er gebruik gemaakt van Oosterschelde water, zodat de gegevens kunnen worden gebruikt voor de Oosterschelde.

1.6 Vestigingsplaatsen in de Oosterschelde

De mossel komt in de Oosterschelde nagenoeg niet meer voor in het wild. Van een wild bestand is dan ook geen sprake, slechts van mosselbanken voor de kweek. Er wordt onderscheid gemaakt tussen mosselpercelen en verwaterpercelen. Beiden liggen door de Oosterschelde verspreid maar hebben verschillende bedoelingen. De percelen zijn er om de mosselen te laten opgroeien als ze als mosselzaad in de Oosterschelde komen. Deze komen met name in het sub-litorale deel voor met een oppervlak van ongeveer 2253 ha die in gebruik zijn. De verwaterplaatsen zijn er om de mosselen in staat te stellen om zichzelf te ontdoen van deeltjes die ze hebben opgenomen. De bodem van deze verwaterplaatsen bestaan meestal uit een wat hardere ondergrond waar de mosselen onder andere worden opgeslagen, de zogeheten “natte pakhuizen”. Er komen her en der

kleine groepjes mosselen voor op oesterbanken en ze worden aangetroffen op dijkglorringen (gesprek M. Poelman, eigen waarnemingen).

De Japanse oester komt tegenwoordig overal voor in de Oosterschelde. Ze komen voor bij de monding bij Neeltje Jans tot achter in de Kom en Noordelijke tak. Ze komen op banken voor in het litorale gedeelte met een oppervlak van zeker 766 ha (Gelderman, 2003) (figuur 6, tabel 1), maar ook op dijkglorringen en er is berekend dat er ongeveer een oppervlak van ca 700 ha sub-litoraal is bedekt met oesters (B. Kater, communicatie). De Japanse oester is tegenwoordig bezig met een opmars door de Nederlandse kustwateren en komt tegenwoordig al voor in de Waddenzee.



Figuur 7: Oesterbanken in de Oosterschelde (rode gebieden op de kaart) (Gelderman, 2003)

Locatie	Oppervlak (ha)
Monding	121
Midden	173
Noordelijke tak	142
Kom	330
Totaal	766

De opmars van de Japanse oester in de Oosterschelde lijkt zijn einde te naderen. Tijdens de oesterinventarisatie in 2003 viel op dat met name in de Kom de ratio schelp – vlees was veranderd. Grote schelpen hadden hier maar kleine hoeveelheden vlees, wat een indicatie geeft voor de

Tabel 1: Oppervlakte van bekende oesterbanken in de Oosterschelde (Gelderman, 2003)

conditie, die onder andere afhankelijk is van het voedselaanbod. Bij de berekende hoeveelheid asvrij drooggewicht was er zelfs een afname waargenomen van 48 % terwijl het areaal oester was toegenomen met 20%. Dit geeft te denken wat voor invloed dit heeft op andere filtreerders. Als de oester problemen heeft met het verzamelen van voedsel, hoe zit dat dan met andere dieren? De Japanse oester heeft de grootste filtratie capaciteit van de filtreerders in de Oosterschelde, in hoeverre neemt deze dan voedsel op van andere schelpdieren zoals de mossel en kokkel?

1.7 De Japanse oester, voors en tegens

De toename van de Japanse oester is voor sommige doelgroepen gunstig, maar andere groepen hebben het over een plaag. Maar is dat ook zo? De Telegraaf kopte op 9 mei 2000 "Pitbull oester overwoekert Oosterschelde". Hierin kwam de woordvoerder van ZeViBel (Zeeuwse Visserij Belangen) er duidelijk voor uit dat hij de de Japanse oester liever zag gaan dan komen. Hij had het over een plan dat al eerder ter sprake is gekomen sinds de introductie: het massaal opvissen van de oester en deze verwerken bij bijvoorbeeld een schelpverwerkingsbedrijf.

Een ander voorbeeld is een gesprek dat is gevoerd met een oesterkweker tijdens veldwerk bij de Zandkreek. Deze keek er helemaal niet negatief tegenaan. Deze vond dat de natuur zijn werk deed en als dat inhield dat de Japanse oester zo sterk in aantal toeneemt, dan zij het zo.

Voor de recreatie kan het op den duur een negatieve invloed gaan uitoefenen. De Japanse oester heeft zeer scherpe randen die zeer gemakkelijk van alles opensnijdt, of dat nou bijvoorbeeld een surfpak is of een voet. Als de oester meer in de gebieden gaat

voorkomen waar aan recreatie wordt gedaan kan dit op den duur mogelijk badgasten tegenhouden als er zeer geregeld iemand met een wond aan de voet moet worden geholpen. Voor surfers en duikers zal het met name inhouden dat hun pak scheuren gaat vertonen als ze langs een oester zijn gegaan.

De vraag is alleen of de Japanse oester een werkelijke plaag is. Het is een geïntroduceerde soort die in korte tijd grote gebieden heeft gekoloniseerd. Daarentegen zorgt een oesterbank voor een verscheidenheid aan organismen. Op een oesterbank komen veel soorten voor die hier een schuilplaats zoeken. In ecologisch opzicht is het dus misschien nog niet zo heel slecht.

Voor de oesterkwekers is het in ieder geval niet slecht. Onlangs is er een nieuw oesterschip in gebruik genomen in Yerseke, de eerste sinds de strenge winter waar de grote sterfte plaatsvond onder de platte oester (Visserijnieuws nummer 29).

1.8 probleemstelling

Er is al veel onderzoek gedaan naar filtratiesnelheid van zowel de mossel als oester (Petersen *et al*, 2001; Riisgård, 2001; Been, 2001; Hildreth en Crisp, 1976; Bougrier *et al*, 1997) maar er is voor zover bekend nog geen vergelijking gemaakt tussen het dieet van mosselen en oesters. Tijdens dit onderzoek was het hoofdonderwerp om te onderzoeken in hoeverre de mossel en oester er een zelfde dieet op na houden. Gerelateerd hieraan werd er onderzoek gedaan naar de maaginhoud met betrekking tot het vaststellen van een bovengrens van de grootte van voedseldeeltjes en de opname van schelpdierlarven.

De Japanse oester is wat afmetingen betreft een groter dier dan de mossel. Uit voorgaand onderzoek bleek dat de oester een grotere filtratie capaciteit heeft dan de mossel. De verwachting tijdens dit onderzoek is dat de resultaten er naar wijzen dat de Japanse oester grotere deeltjes consumeert dan de mossel. De vervolgv verwachting is dat de Japanse oester ook een hogere bovengrens heeft voor de opname van deeltjes uit het water. Uit voorgaand onderzoek door Van Stee (2000) is gebleken dat de Japanse oester schelpdierlarven consumeert. De vraag is alleen of de mossel ook larven consumeert. De verwachting is dat beide soorten in staat zijn om larven te consumeren. Er wordt tevens een vergelijking gemaakt tussen de filtratiesnelheid van mosselen en oesters. De oester zal meer filtreren dan de mossel door de hogere filtratiesnelheid.

Het doel van dit onderzoek is om te kijken of er overeenkomsten zijn in de diëten van de mossel (*Mytilus edulis*) en de oester (*Crassostrea gigas*). Er wordt hierbij gekeken naar de opname van partikels of er een selectie is op bepaalde partikelgroottes middels filtratie experimenten, maar ook door de maaginhouden te bekijken en te vergelijken van beide soorten.

Bij het maagonderzoek wordt er gekeken naar de grootste deeltjes om een bovengrens te kunnen verkrijgen en of beide soorten de larven van schelpdieren prederen.

2. Materiaal en methode

2.1 Geometrie

Water “gedraagt” zich nooit hetzelfde. Omdat bij het filtratie experiment van belang is dat het water zich op één bepaalde manier gedraagt is er onderzoek gedaan naar de geometrie.

Bij de geometrie wordt er gekeken naar het gedrag van het water in de filtratiebakjes. Er is keuze uit 2 formules: Het water moet óf slechts één keer het proefdier passeren (flow through methode, Riisgård 2001(1)) óf het water moet volledig gemengd zijn in het filtratiebakje (steady state Hildreth & Crisp, 1976, (2)). Om te zien of dit bij verschillende flow rates gebeurt, wordt er een serie metingen verricht. Dit wordt gedaan bij verschillende stroomsnelheden waarbij er monsters worden genomen om te zien in hoeverre het aantal aanwezige deeltjes in het water is gefiltreerd door de schelpdieren.

$$CR = \left(\frac{C_{in} - C_{uit}}{C_{in}} \right) \times Q \quad (1)$$

$$CR = \left(\frac{C_{in} - C_{uit}}{C_{uit}} \right) \times Q \quad (2)$$

CR = clearance rate; filtratiesnelheid

C_{in} = concentratie zeewater dat in het filtratiebakje komt

C_{uit} = concentratie zeewater na het passeren van het proefdier

Q = flowrate; de hoeveelheid water dat het proefdier passeert per tijdseenheid

Bij een goede geometrie van het bakje, mag de concentratie deeltjes niet afhankelijk zijn van de flow rate. De oorzaak hiervan moet worden gezocht in de filtratie snelheid van filtreerders en het aanbod van voedsel. Bij een laag aanbod van voedsel (in geval van het filtratie experiment bij een lage flow rate) kan een filtreerder besluiten om niet te eten, omdat het meer energie kost dan dat het oplevert. Als er wel wordt gegeten zal de filtreerder meer water gaan filteren om toch te proberen aan de voedselbehoefte te kunnen voldoen.

Bij een lage flow rate zal er water gaan circuleren in het filtratiebakje. Water dat al een keer is gefiltreerd zal zich gaan mengen met het water dat in het bakje komt (C_{in}). Het proefdier krijgt te maken met een lager voedselaanbod waar deze zich aan kan aanpassen door meer te gaan filteren. Door met een hogere flow rate te werken kan dit probleem voor een deel worden voorkomen, in het ideale geval zal er geen circulatie optreden van het water.

Om te bekijken welke formule er het best kan worden gebruikt voor de filtratiebakjes, wordt er een ijkreeks gemaakt door bij verschillende flow rates te meten en deze voor zowel de flow through als steady state te berekenen. Deze worden met elkaar vergeleken in een grafiek waarbij er een ijklijn wordt gemaakt om te zien welke van de twee formules zich het meest onafhankelijk gedraagt ten opzichte van de flow rate. Het beste is als de filtratiesnelheid hetzelfde blijft, ongeacht de flow rate.

Comment: krom uitgelegd, moet duidelijker

2.2 Biometrie

Voordat de filtratie experimenten begonnen werd van alle mosselen en oesters een aantal factoren bepaald. Lengte, breedte en dikte werden gemeten, het volume bepaald en gewogen. Voordat dit gebeurde werden ze eerst ontdaan van pokken en andere dieren die op de schelp zaten omdat deze ook water filteren waardoor de resultaten niet meer klopten. Daarna werden ze met een doek afgenomen om zo al het slib van de schelp te halen. Dit werd gedaan omdat dit geen deel uitmaakt van het dier, maar toch gewicht heeft. Hierdoor wordt de conditie van het dier veranderd. De dieren werden daarna in het water gestopt zodat ze de tijd kregen om de schelp te openen. Als dit gebeurde kregen ze een paar tikjes op de schelp waarna ze deze sloten. De schelp werd afgedroogd en het dier werd gewogen. Er werd voor deze manier gekozen om er voor te zorgen dat bij elk dier de omstandigheden hetzelfde waren. Daarna werd het dier in een filtratiebakje gedaan waarvan het waterpeil tot aan de afvoerpijp stond. Bij de afvoer werd een maatcilinder geplaatst waarna het dier in het bakje werd gedaan. Het water dat eruit stroomde vormde het volume van het dier.

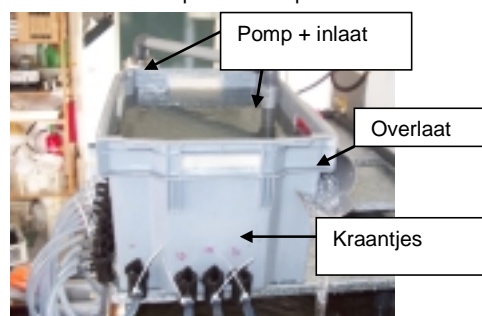
Op het einde van de meetreeks werden de mosselen en oesters opnieuw gewogen en gemeten om te zien of er verschil was opgetreden in de lengte, breedte en dikte van het dier, het volume en het gewicht. Daarna werden de dieren opengemaakt en werd hun vlees eruit gehaald. Dit werd gewogen waarna ze voor minimaal 48 uur in de droogstoof werden gezet voor het drooggewicht. Hierna werd er opnieuw gewogen en werden de dieren uiteindelijk verast om aan het asvrij drooggewicht te komen. Aan de hand van dit gewicht werden de verkregen filtratiesnelheden omgerekend per gram asvrij drooggewicht.

2.3 Filtratie

2.3.1 Filtratiesnelheid

Om een indruk te krijgen hoeveel water mosselen en oesters filteren zijn er filtratie experimenten gedaan. Er is gewerkt met een proefopstelling waarbij er continu vers water werd aangevoerd.

Via een inlaat in de buurt van de haven Yerseke kwam er vers water in het buitenbassin bij het RIVO. Dit kwam eerst in een klein inlaat gedeelte van het bassin, waarna het vervolgens via een overlaat in het reservoir kwam. Aan het einde van het reservoir was er een overlaat dat het overtollige water via een buis afvoerde naar zee. In het laboratorium waar de filtratie experimenten plaats vonden werd het water ingelaten via een pomp.



Het water kwam in een kleine bak waar het water via kraantjes en slangen naar de filtratiebakjes ging (figuur 8). Het overtollige water werd afgevoerd via de overlaat zodat er een constant peil was. Hierdoor veranderde de doorstromsnelheid zeer weinig.

Er werd gewerkt met 12 filtratiebakjes, 6 voor mosselen en 6 voor oesters. Zowel bij de mossel als bij de oester lag in één bakje alleen een schelp, deze fungeerden als blanco.

Figuur 8: De opstelling waarmee de filtratie experimenten zijn gedaan

De dieren werden ingezet en konden minimaal 24 uur acclimatiseren voordat er metingen werden gedaan. In geval van de mosselen kwam het voor dat deze zich met hun baard vasthechtten vlakbij de uitstroom van het bakje. In dat geval werd de baard doorgeknipt en werden ze in het midden van het bakje geplaatst. Ze werden voor minimaal één uur met

rust gelaten voordat er met meten werd begonnen, zodat er zo min mogelijk verstoring was opgetreden.

De flow rate (doorstroomsnelheid) werd zo afgesteld dat de filtratiesnelheid (opname deeltjes) onder de 30 % bleef.

2.3.2 Voorkeur partikelgrootte

De data die zijn verzameld voor de filtratiesnelheid zijn deels óók gebruikt voor het bepalen van een mogelijke voorkeur van partikelgrootten van mosselen en oesters. De data die werden verkregen met de Coulter Counter Z2 werden gedownload naar een computer met een specifiek softwareprogramma. Het voordeel hiervan was dat de Coulter Counter alleen een totaal gaf. Met de software konden de gegevens worden bekeken binnen de range met 256 waarnemingen. Binnen elke μm waren er meerdere waarnemingen waardoor er kon worden bekeken of de mossel of oester voor een bepaalde grootte een voorkeur heeft. Dit is gedaan door aan te nemen dat de mossel en oester geen voorkeur heeft voor een bepaalde grote van partikels. Van alle waarnemingen werd een gemiddelde genomen waarna het opnamepercentage werd berekend. Vervolgens werd er berekend hoeveel er theoretisch zou worden opgenomen door de blanco te vermenigvuldigen met het opnamepercentage. Dit werd vergeleken met de werkelijke opname.

Omdat de Coulter Counter zelf verschillende waarnemingen deed binnen de range (voorbeeld: 10 waarnemingen in de range 10-11 μm en 20 waarnemingen in de range 11-12 μm) is alles omgerekend per μm .

2.4 Maaginhoud

Voor het bepalen van de grootste deeltjes en de larven die worden gepredeerd door mosselen en oesters, is er onderzoek gedaan naar de maaginhoud. Dit is gedaan door mosselen en oesters in een mand met veel gaten in het water te hangen in de Oosterschelde. Dit werd gedaan aan de achterkant van het RIVO gebouw dat aan de Oosterschelde grenst. De mand was met enkele lijnen bevestigd aan de kant, zodat deze niet kon wegdrijven en tevens omhoog kon worden gehaald.

Er is onderzoek gedaan naar kokkels (*Cerastoderma edule*) wanneer deze beginnen met verteren. Uit dit onderzoek bleek dat ongeveer een half uur voor hoog water het verteringsproces begint (P. Kamermans, 1992). Hier is tijdens dit onderzoek ook van uit

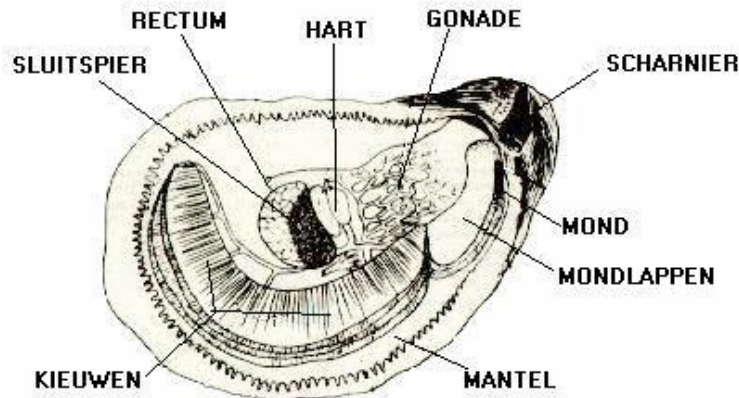
gegaan, maar dan bij de mossel en oester. Ongeveer een half uur voor hoog water werden de mosselen en oesters uit het water gehaald, waarna de oesters met een oestermes werden geopend en de mosselen met een keukenmesje (figuur 9). De dieren werden één voor één geopend waarna er direct de maaginhoud er uit werd gehaald. In totaal zijn er 26 mosselen en oesters gebruikt tijdens dit onderzoek.



Figuur 9: mossel en oester opengemaakt voor maagonderzoek met materiaal

Bij de mossel gebeurde dit door eerst het gebied rondom de maag schoon te spoelen met demi water, vervolgens de maag open te snijden met een scalpel en ten slotte met een pasteurpipet de inhoud er uit te halen. Omdat er nog resten konden achterblijven, werd er een kleine hoeveelheid gefilterd zeewater (zeewater door een zeef van $38\text{ }\mu\text{m}$) op te nemen in de pasteurpipet en dit in de maag te doen. Dit werd vervolgens weer opgezogen om er voor te zorgen dat alles uit de maag werd gehaald.

Bij de oester gebeurde dit op een andere manier.



Figuur 10: Oester met rechterklep en -mantel verwijderd

Bij de oester werden de mondlappen weggesneden met een scalpel, zodat de mond open kwam te liggen (figuur 10). Een pasteurpipet werd voorzichtig door de mond naar binnen geschoven waarna de inhoud werd opgezogen. Ook hier werd na het leegzuigen de pipet gevuld met een kleine hoeveelheid gefilterd zeewater dat in de maag werd gespoten, waarna de resten uit de maag werden meegenomen.

De monsters werden of gefixeerd met gebufferde formaldehyde (Borax) om het op een ander tijdstip te bekijken, of direct onder de microscoop bekeken. Er werd gekeken met een omkeermicroscoop met een vergroting van $100\times$. De monsters werden bekeken op de aanwezigheid van larven van schelpdieren en grote dierlijke en plantaardige deeltjes. Van de larven werd de lengte opgemeten en van de dierlijke en plantaardige deeltjes werden de lengte en breedte opgemeten. De gegevens van de dierlijke en plantaardige deeltjes werden gebruikt voor het vaststellen van een bovengrens van deeltjes dat door mosselen en oesters kan worden gepredeerd.

Op het moment dat de dieren uit het water werden gehaald voor maagonderzoek, werd er met een putsemmer ongeveer 200 liter (20 volle emmers) door een planktonnet van $60\text{ }\mu\text{m}$ gefilterd. Het netje werd goed gespoeld met water en de inhoud werd door een zeef gehaald van $53\text{ }\mu\text{m}$. Het hele monster werd verzameld en hiervan werd er een monster genomen dat werd onderzocht op larven.

Omdat er werd gewerkt met relatief grote monsters werden er submonsters genomen om zo te achterhalen hoeveel larven er in het watermonster aanwezig waren. Dit werd gedaan door van het totale monster eerst goed te schudden en daarna 3 x ongeveer 1 ml te nemen. Deze submonsters werden apart in een object cuvet gedaan. Indien er na het bekijken van deze 3 submonsters nog geen 20 larven waren geteld werd er weer een serie van 3 bekeken totdat er 20 larven waren gevonden of het totale monster was bekeken. De larven werden geteld en gemeten. Aan de hand van deze gegevens kon er een schatting worden gemaakt van het aantal larven in de maag (theoretisch). De schatting werd de gedaan door de volgende berekening:

$$V = \frac{(f \times n \times o)}{l \times w} \quad (3)$$

V= verwacht aantal larven

F= de filtratiesnelheid die is berekend rond de monstername.

n = het aantal mosselen of oesters

o = onderwaterduur

l = het aantal larven dat is aangetroffen in de waterkolom

w = aantal liter van het watermonster

De filtratiesnelheid is gebaseerd op 1 gram asvrij drooggewicht, aangezien er niet bekend is hoeveel de mosselen en oesters wegen. Waarschijnlijk zal in het geval van de mosselen het verwachte aantal larven lager zijn, aangezien deze meestal minder dan 1 gram asvrij drooggewicht hebben en bij de oesters juist hoger omdat deze meer dan 1 gram asvrij drooggewicht hebben.

Voor het maagonderzoek is er voor gekozen om met grote dieren te werken omdat

a) deze meer filtreren

b) de maag makkelijker kan worden bereikt

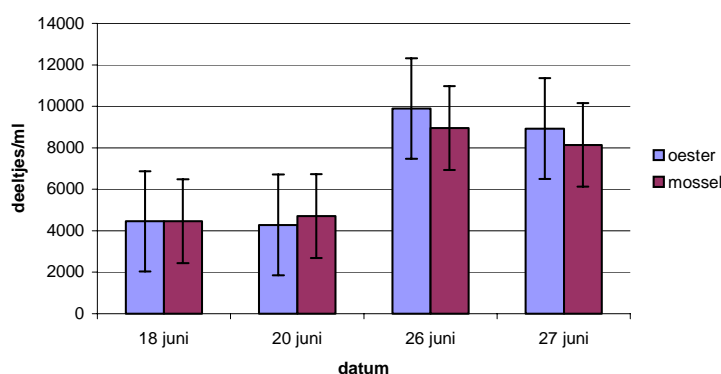
De eerste 2 waarnemingen zijn gedaan met 4 mosselen en 4 oesters, daarna is er verder gewerkt met 6 mosselen en oesters omdat er weinig larven werden aangetroffen. De gemiddelde lengte van de mosselen was ongeveer 5 cm en van de oesters ongeveer 11 cm.

3. Resultaten

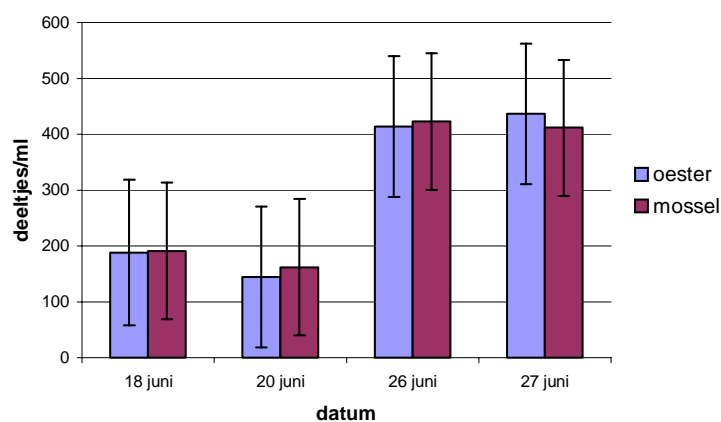
3.1 Blanco's

Er is een vergelijking gemaakt tussen de blanco's van zowel de mossel als oester op 4 data om te zien of er een onderling verschil is. Er is gekozen voor dagen waarop er minimaal 2 metingen zijn verricht om zo een beter gemiddelde te krijgen (zie bijlage 1 voor meerdere gegevens).

Het is van belang bij de vergelijking van de filtratiesnelheden van de mossel en oester dat er geen verschil is tussen de blanco's van beide dieren, als er een verschillend aanbod is, dan kunnen de gegevens niet met elkaar worden vergeleken. Er is te zien in grafiek 1 en 2 dat er geen verschil aanwezig is tussen de blanco's van de oester en mossel in zowel de range 4 – 9,99 μm en 10 – 19,99 μm .



Grafiek 1: Vergelijking blanco's van de mossel en oester in de range 4 – 9,99 μm



Grafiek 2: Vergelijking blanco's van de mossel en oester in de range 10 – 19,99 μm

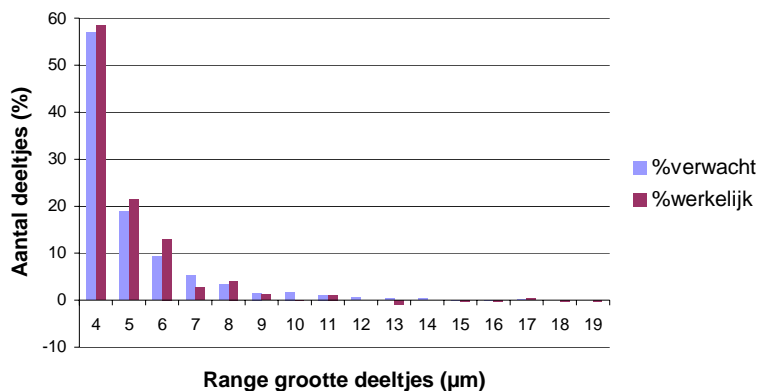
3.2 Voorkeur partikelgrootte

Voor de voorkeur van de partikelgrootte van zowel de mossel als oester is er gebruik gemaakt van de Coulter Counter Z2. De gegevens zijn vanwege het verschillende aanbod in het water omgerekend naar percentages per μm . Er is de aanname gedaan dat er geen voorkeur is in opname van de partikels. Er werd berekend hoeveel de proefdieren hadden gefiltreerd en dit percentage is genomen voor elke μm .

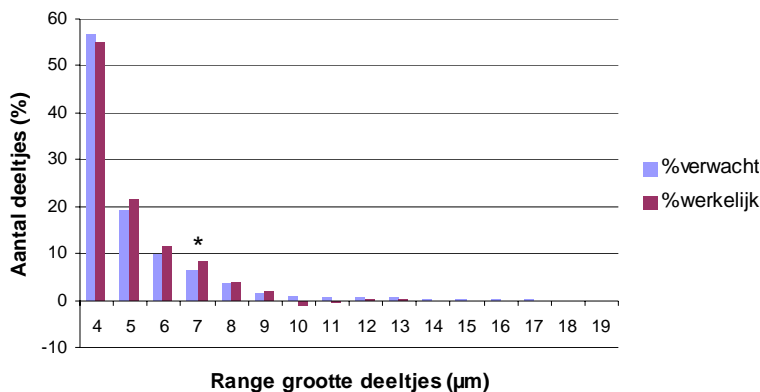
Het gemiddelde opname percentage was bij de mossel 12 % en bij de oester 34 %. Er is geen voorkeur bij zowel mosselen als oesters. Bij de oester is er als enige in de range 7-8 μm een afwijking.

Bij de wat "grotere" partikels (vanaf 10 μm) kwam het voor dat er in de blanco minder deeltjes aanwezig waren dan in de watermonsters van de proefdieren. Hierdoor zijn er een aantal negatieve waarden in de grafiek te zien. Waarschijnlijk komt dit door het geringe aantal waarnemingen.

Zie bijlage 2 voor de getallen behorende bij de grafieken 3 en 4.



Grafiek 3: opname van partikeldeeltjes door de mossel, n=3. t-test $0,05 < p < 0,1$

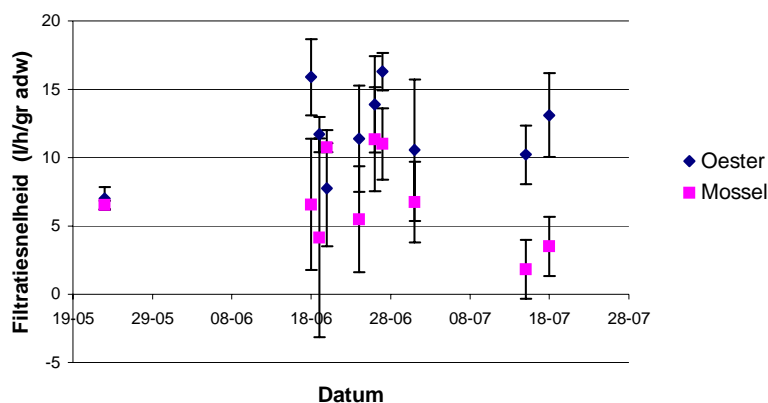


Grafiek 4: opname van partikeldeeltjes door de oester, n=3. * = significant verschil
t-test $0,05 < p < 0,1$

3.3 Filtratiesnelheid

De filtratiesnelheid is bekeken aan de hand van enkele verschillende parameters. In alle grafieken over de filtratiesnelheid, is de filtratiesnelheid uitgedrukt in liter/uur/gram asvrij drooggewicht. Er is gebruik gemaakt van formule 2, de flow through.

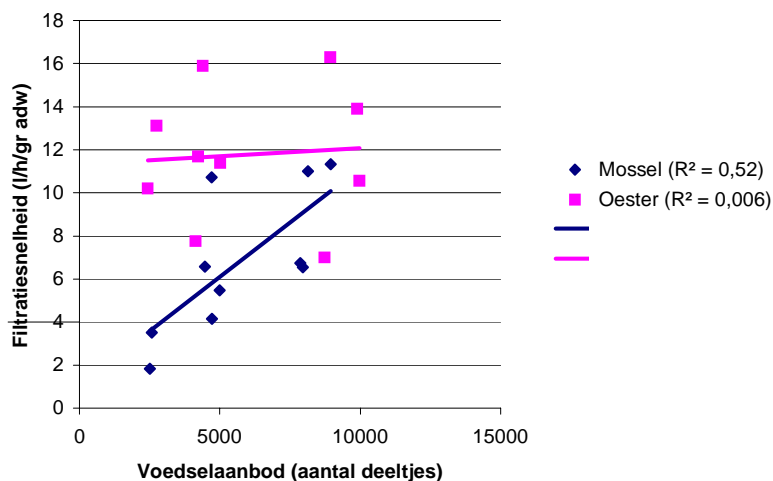
In grafiek 5 staat de filtratiesnelheid over de tijd weergegeven van de mossel en oester. Er is een grote spreiding te zien in de filtratiesnelheden. De oester filtreerde in bijna alle gevallen meer, met uitzondering van 20 juni waar de mossel een grotere filtratiesnelheid had. De verschillen tussen de mossel en oester variëren onderling.



Grafiek 5: filtratie snelheid van de mossel en oester gezien over de tijd

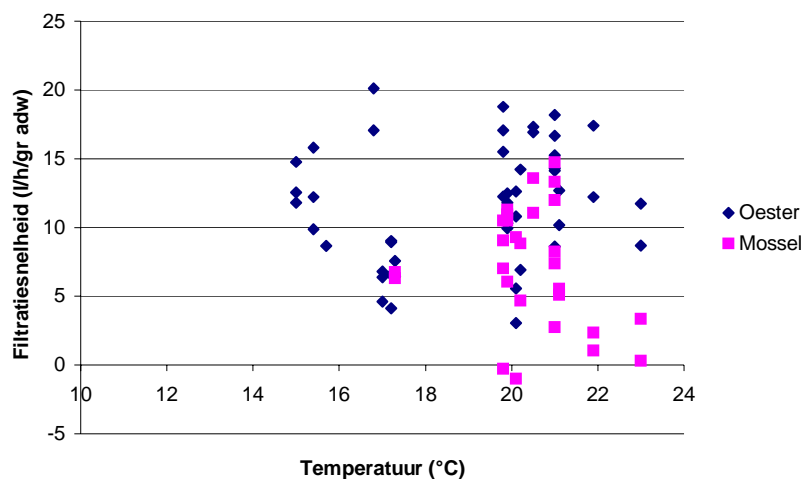
Tijdens de filtratie experimenten werd er gewerkt met water uit de Oosterschelde. Omdat de concentratie deeltjes telkens verschilde kon dit van invloed zijn op de filtratiesnelheid. In grafiek 6 is er gekeken of het voedselaanbod, uitgedrukt in aantal deeltjes, van invloed was op de filtratiesnelheid. Voor de mossel lijkt dit op te gaan, er is een redelijke spreiding, maar de filtratiesnelheid lijkt inderdaad toe te nemen naarmate er een groter voedselaanbod is.

Bij de oester is er een grote spreiding in de filtratiesnelheid ten opzichte van het voedselaanbod ($R^2 = 0,006$). Bij de oester is er geen verband aan te wijzen tussen de toename van het voedselaanbod en de filtratiesnelheid. In bijlage 3, tabel 1 staan de waarden vermeld van grafiek 5 en 6.



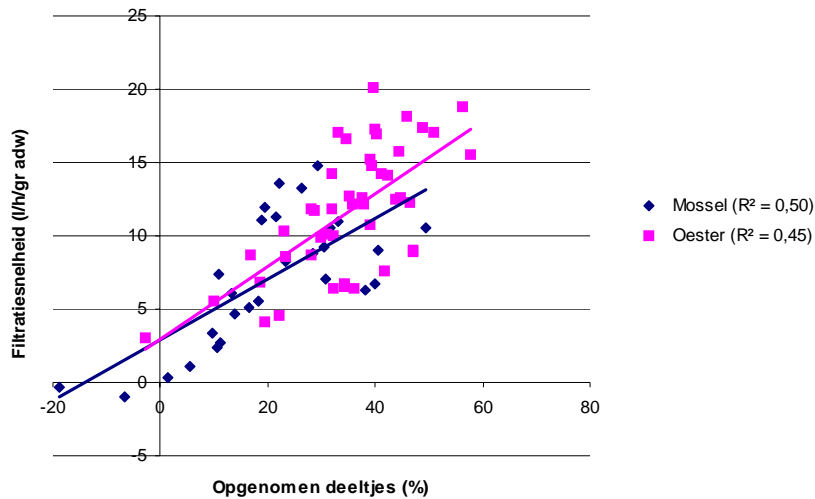
Grafiek 6: De filtratiesnelheid ten opzichte van het voedselaanbod

Verder is er gekeken of de temperatuur van invloed was op de filtratiesnelheid. Ook hier is een grote spreiding te zien. Bij de hoogste temperatuur komen niet de hoogste filtratiesnelheden voor. Er is geen duidelijk verband tussen een toename van de temperatuur en de filtratiesnelheid. Dit kan mogelijk te maken hebben met andere omstandigheden zoals spawnen of voedselaanbod.



Grafiek 7: De filtratiesnelheid per gram asvrij drooggewicht uitgezet tegen de temperatuur.

Bij de filtratie experimenten werd er getracht om de opname van deeltjes onder de 30% te houden. Dit is vaak niet gelukt, met name bij de oester. Om te zien of dit een mogelijke invloed heeft gehad op de filtratiesnelheid is de filtratiesnelheid uitgezet tegen het percentage opgenomen deeltjes (grafiek 8). Er is duidelijk te zien dat er een stijgend verloop is van de filtratiesnelheid naarmate het percentage opgenomen deeltjes toeneemt, ondanks de redelijke spreiding van de filtratiesnelheden. De gegevens van grafiek 7 en 8 zijn te vinden in bijlage 3, tabel 2.



Grafiek 8: De filtratiesnelheid uitgezet tegen het percentage opgenomen deeltjes van de mossel en oester.

3.4 Grootte deeltjes

Tabel 2: Grootste deeltjes aangetroffen in de magen van mosselen en oesters.

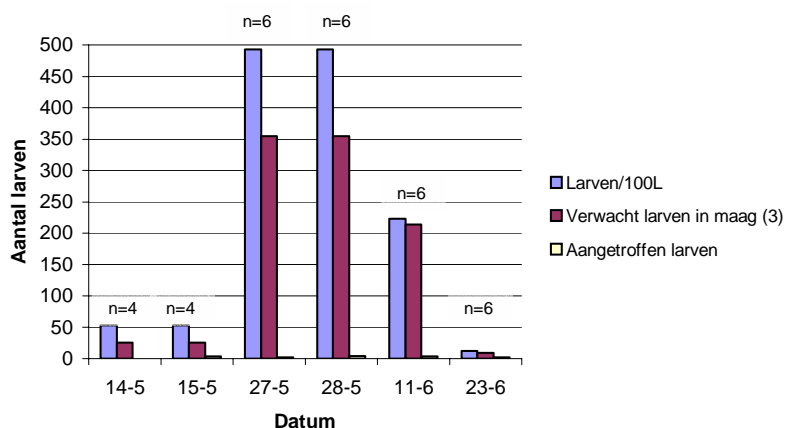
In tabel 2 staan de grootste deeltjes die zijn aangetroffen tijdens het maagonderzoek van zowel mosselen als oesters. De aangetroffen dierlijke deeltjes waren zowel bij de mossel als bij de oester uitschieters, bij het plantaardige voedsel was dit niet het geval. De ratio is de lengte gedeeld door de breedte, dit om te bekijken of er een relatie is tussen de lengte en breedte van de deeltjes die worden aangetroffen in de maag. In bijlage 4, tabel 1 staat een volledig overzicht van aangetroffen deeltjes in de maag.

Dier	Dierlijk		Plantaardig	
	Lengte	Breedte	Lengte	Breedte
Mossel	4800	90	3000	50
Oester	3000	140	4000	60

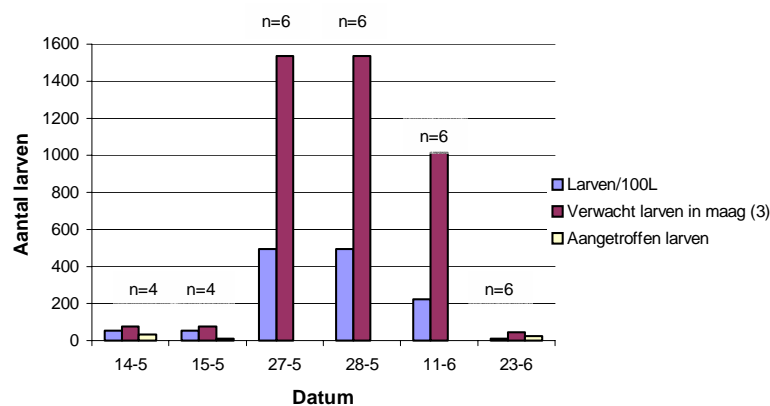
3.5 Larven predatie

In grafiek 4 en 5 staan het aantal larven vermeld dat er is aangetroffen per 100 liter zeewater. Daarnaast staat het verwachte aantal larven dat in de maag zou worden aangetroffen met behulp van formule 3. Als laatste staat het aantal larven dat is aangetroffen in de magen. De gemiddelde grootte van de mossel was 5 cm en van de oester 11 cm.

Bij de mossel ligt het verwachte aantal larven in de maag lager dan dat er per 100 l zeewater is aangetroffen. Bij de oester ligt dit aantal hoger dan dat er in het zeewater is aangetroffen. In alle gevallen ligt het aantal aangetroffen larven aanzienlijk lager dan het verwachte aantal larven. De meeste larven zijn aangetroffen bij de oester waar de maximale opname van larven ten opzichte van de verwachting 33% bedraagt. Het hoogste percentage aangetroffen larven ten opzichte van de verwachting bij de mossel bedraagt 23%. Bijlage 5 geeft een overzicht van de gegevens.



Grafiek 9: Het aantal larven in de waterkolom en het aantal verwachte en aangetroffen larven bij de mossel



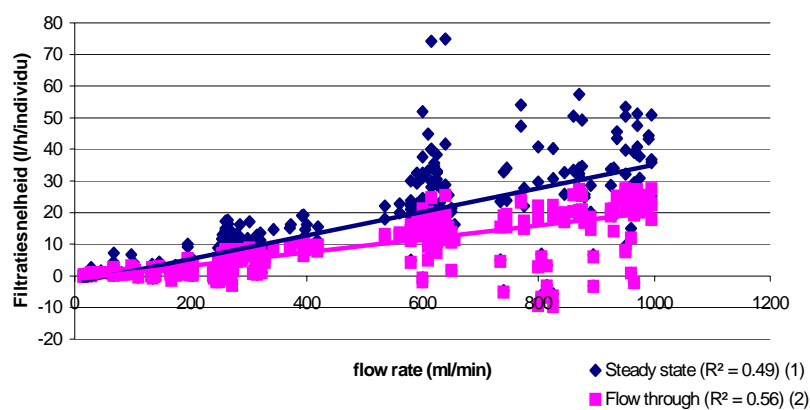
Grafiek 10: Het aantal larven in de waterkolom en het aantal verwachte en aangetroffen larven bij de oester

4. Discussie

4.1 Filtratiesnelheid en voorkeur partikelgrootte

Door problemen met apparatuur zijn er slechts drie reeksen gedaan om te kijken of er een overeenkomst is in de voorkeur van partikelgroottes van het voedsel voor mosselen en oesters. Deze gegevens zijn daarom niet erg betrouwbaar te noemen en moeten worden beschouwd als indicatie en niet als concrete gegevens. Deze resultaten geven een indruk, maar verdere gegevens moeten worden vergaard om betrouwbaardere conclusies te kunnen trekken.

Voor de berekeningen van de filtratiesnelheid van zowel oesters als mosselen is gekozen voor de flow through methode (2). In grafiek 8 is te zien dat er een grote spreiding is in de filtratie snelheden. Zowel de steady state als de flow through formule zijn niet erg stabiel.

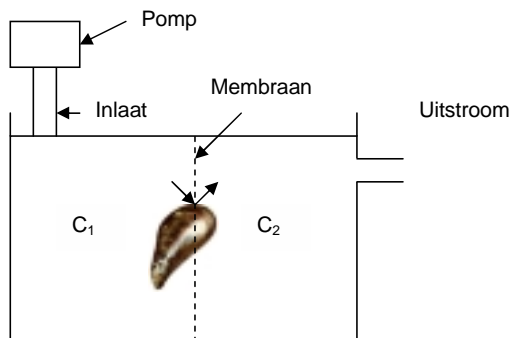


Grafiek 11: Alle verzamelde filtratiesnelheden van de oester per individu over verschillende flow rates.

In eerste instantie werd er gewerkt met de steady state, omdat bij de bepaling van de geometrie deze formule het onafhankelijkst was van de flow rate. Deze geometrie was echter bepaald bij relatief lage flow rates. Dit is goed te beargumenteren: Er werd gewerkt met relatief kleine bakjes waarin de proefdieren zaten waarbij de bakjes met de oesters ongeveer 1,4 l bevatten en de mosselen ongeveer 0,5 l. Bij een lage flow rate kan het water relatief goed mixen zodat er een concentratie ontstaat die overal ongeveer hetzelfde is. Bij hogere snelheden zal het water er echter snel doorheen gaan, de verblijftijd wordt te kort om overal een zelfde concentratie te krijgen. Het is in dat geval beter om met de flow through formule te werken. De resultaten gaven echter geen duidelijkheid welke formule het best kon worden gebruikt. Allebei de formules hadden geen hoge R^2 (zie grafiek 11) wat kwam door de grote spreiding in de filtratiesnelheid. Dit kan te maken hebben met de hoge flow rates waarmee is gewerkt. In beide formules wordt op het eind het verkregen getal vermenigvuldigd met de flow rate. Door de hoge flow rates zal het eindgetal toenemen en daarmee de filtratiesnelheid. Nog een voordeel van de flow through formule is dat deze minder sterk reageert op hoge opnamepercentages, dit in tegenstelling tot de steady state formule.

Een nadeel van de flow through methode is dat in de formule geen rekening wordt gehouden met (waarschijnlijke) circulering van het water in het bakje. Een mogelijkheid om dit probleem te omzeilen is op een manier die ook wel voor de Directe methode werd gebruikt. In figuur 11 is dit schematisch uitgewerkt. Via een pomp komt het water in het eerste gedeelte van de bak met het proefdier. Er is rondom het dier een membraan geplaatst waarbij de het water dat wordt opgenomen aan de andere kant van het membraan er uitgaat. Op deze manier voorkom je vermenging van het water. Er zal echter met lage flow rates moeten worden gewerkt die afhankelijk is van hoeveel water het dier kan filteren. Een aanpassing op de bak met een overstort kan voorkomen dat er water over het membraan gaat.

Een ander nadeel is om deze opstelling in elkaar te zetten, met name om het membraan goed om de schelp te doen. Mogelijk dat het wat makkelijker is om bij een mossel de membraan te bevestigen omdat deze een gladde schelp heeft in tegenstelling tot de Japanse oester die zeer onregelmatig van vorm is.



Figuur 11 : Mogelijke opstelling om recirculering bij de flow through methode te voorkomen.

Bij het filtratie experiment kwamen af en toe hoge en lage waarden voor, wat zorgde voor een grote spreiding. Dit kwam met name voor bij de oesters, waarvan bekend is dat het grillige dieren zijn die zeer gevoelig zijn voor veranderde omstandigheden. Om dit probleem enigszins op te vangen is ervoor gekozen om de dieren permanent in de filtratie opstelling te houden, zodat ze gewend zouden zijn aan deze omgeving. Het is mogelijk dat dit toch niet het gewenste effect heeft gegeven. Een mogelijke oorzaak zou kunnen zijn dat ze toch hun ritme houden van eb en vloed, oftewel dat ze perioden filtreren en perioden dat ze dat niet doen. Als dit het geval is, zou dit kunnen komen dat ze een biologische klok hebben, of dat ze door de deeltjes die in het water worden aangetroffen merken dat het eb dan wel vloed wordt.

Een andere oorzaak voor de verschillende gegevens kan worden gezocht in de tijd. Tussen de monsternamen van de blanco en het laatste proefdier zat altijd minimaal een half uur. Het is daarom goed mogelijk dat in deze tijd het zeewater een iets andere samenstelling heeft gekregen. In dat geval is de blanco geen perfecte indicator voor de samenstelling van het zeewater.

Verder kan het zijn dat vlak voor de monsternamen er pseudo feces is uitgestoten. In principe zou dit geen problemen mogen geven aangezien de range waarbinnen werd gekeken naar de opname er veel werd opgenomen. Het kan zijn dat er een groter aanbod was van voedsel dan ze in feite nodig hadden. Er werd dan wel veel opgenomen bij het filtreren, maar lang niet alles werd naar de maag getransporteerd. Het resterende deel zal dan als pseudo feces worden uitgestoten.

De filtratiesnelheden van de mossel en oester lagen relatief dicht bij elkaar nadat het was omgerekend naar asvrij drooggewicht. Het kwam zelfs een keer voor, op 20 juni, dat de

filtratiesnelheid van de mossel gemiddeld hoger lag dan bij de oester (grafiek 5). In de literatuur komen filtratiesnelheden voor tussen de 2 en 6 l/h/gr adw. Tijdens dit onderzoek zijn er aanzienlijk hogere snelheden gevonden tot zelfs 11,3 l/h/ gr adw, bijna een verdubbeling als het wordt vergeleken met de literatuur. Een mogelijke oorzaak zou kunnen worden gezocht in de hoge flow rates die bij de mossel zijn toegepast. De flow rate heeft namelijk een grote invloed op de filtratiesnelheid en mogelijk daardoor dat de berekende filtratiesnelheden van de mossel zo hoog zijn geworden. Er moet daarom met voorbehoud naar deze getallen worden gekeken omdat ze mogelijk te hoge waarden geven.

In slechts weinig gevallen kwam de opname van deeltjes door met name de oester onder de 30%. Hierdoor kunnen de gegevens aan de te hoge kant liggen doordat de proefdieren meer gingen filtreren dan eigenlijk het geval zou moeten zijn. Dit is tevens te zien in grafiek 8, waar een stijgend verloop is te zien van de filtratie. In slechts een hele korte tijd (één dag) kon er in de filtratiebakjes al veel (pseudo) faeces liggen. Door de stroming in het bakje kon het gebeuren dat er (pseudo) faeces van de bodem of dat net was uitgescheiden door het proefdier meeding in het watermonster dat werd geanalyseerd. Waarschijnlijk ontstonden hierdoor waarden bij de monsters van de proefdieren die boven de blanco lagen. Een andere mogelijkheid was dat er op het moment van monsternamen er net wat meer deeltjes in het water aanwezig waren. De proefopstelling die werd gebruikt was redelijk stabiel zolang er geen alg of kleine garnaltjes in de opvangbak aanwezig waren. Deze konden de watertoevoer bij de kraantjes dusdanig belemmeren dat er al meteen een halvering kon worden waargenomen bij de flow rate. Dit probleem was nagenoeg elke ochtend aan de orde, zodat als eerste de kraantjes van dit probleem werden verholpen. Het gevolg was echter dat de proefdieren in min of meerdere mate minder vers water kregen toegediend. Elke ochtend kregen de dieren een paar uur (2 uur of meer) om weer te acclimatiseren. Een ander probleem dat minder aan de orde was, was dat er lucht in de aanvoerslangen kon komen. Ook hierdoor werd de flow rate in negatieve zin beïnvloed.

De vraag is of de filtratiegegevens van de mossel en oester met elkaar kunnen worden vergeleken. Weliswaar was er geen verschil tussen de blanco's van de mossel en oester, er werd wel gewerkt met verschillende flow rates waarbij het niet duidelijk is in hoeverre dit het stromingspatroon heeft beïnvloed in het filtratiebakje. Het is beter om de verkregen resultaten in het vervolg afzonderlijk verkrijgen en niet op een directe manier met elkaar te vergelijken.

4.2 Maaginhoud

4.2.1 Larven

De maaginhoud werd verkregen door de mosselen en oesters ongeveer een half uur voor hoog water uit het water te halen. Het duurde echter minimaal anderhalf uur voordat alle maaginhouden waren verkregen. Aangezien er af en toe weinig in de maag werd aangetroffen zou het kunnen zijn dat de vertering bij zowel de mossel als oester sneller gaat dan verwacht.

De berekende verwachting van het aantal larven in de maag van zowel mosselen als oesters is in geen enkel geval gehaald. Op de dagen dat er weinig larven in het water waren aangetroffen (14, 15 mei en 23 juni) waren de percentages bij de mossel de 12 en 23 %, met uitzondering van 14 mei, waar er geen enkele larve werd aangetroffen. Bij de oester lagen de percentages tussen de 12 en 33%. Op de dagen dat er vele larven in de maag werden verwacht werd er aanzienlijk weinig aangetroffen. Dit kan enkele oorzaken hebben:

Bij lang niet alle dieren kon er een goede maaginhoud uit de maag worden gehaald. Er is een enkele keer waargenomen dat een oester zijn maaginhoud "uitkotste", waarna er nagenoeg niets meer aanwezig was in de maag zelf. Verder zijn er bij oesters een aantal keren uitsluitend eitjes eruit gehaald. Dit kwam onder andere doordat de oester in deze tijd (rond 11 juni tijdens dit onderzoek) het oestervlees heel erg zacht was. Het was bijna onmogelijk om het vlees vast te houden met een pincet. Het is waarschijnlijk dat bij het inbrengen van de pasteurpipet door de maag is gegaan waarna er voornamelijk eitjes werden opgezogen.

Bij mossel kan het komen dat tijdens het opensnijden van de maag het mesje te diep is gegaan, waardoor de maag ook aan de onderkant werd doorgesneden. Door deze snee kon de maaginhoud verdwijnen.

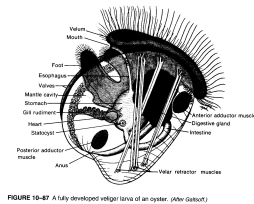


FIGURE 10-87 A fully developed veliger (tana of an oyster). (After Gilbert.)

Een andere mogelijkheid kan worden gezocht bij de larven zelf. Larven zijn in staat om zich voort te bewegen. Mogelijk zijn zij in staat om waterstromen op te merken van filtreerders. Als dit het geval is, zijn ze mogelijk ook in staat om uit de stroming te "zwemmen" om zo aan de filtreerder te ontkomen. De voortbeweging vindt plaats met een soort trilhaartjes (in figuur 12 bovenaan afgebeeld), waarmee ze redelijke afstanden kunnen afleggen. De vraag is alleen of ze in staat zijn om de stroming op te merken en of ze in staat zijn om te ontsnappen aan de waterstroom.

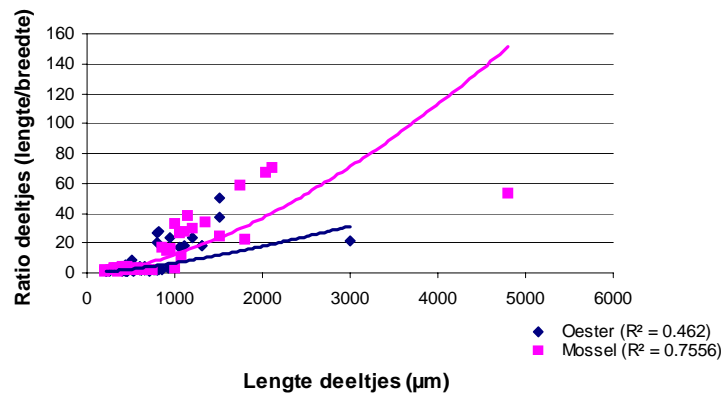
Figuur 12: Schematische tekening van een oesterlarve

4.2.2 Grootte deeltjes

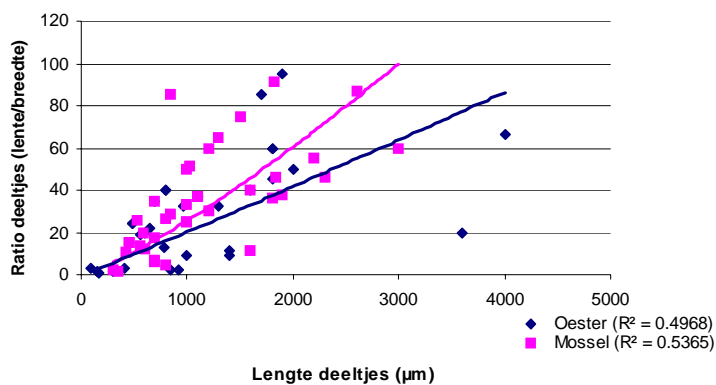
Voor de bepaling van grootste deeltjes in de maag zijn over het geheel genomen wat grotere individuen genomen. Dit had als voordeel dat de maag makkelijker was te bereiken en dat er meer maaginhoud aanwezig was als bij kleinere individuen. Aangezien het om een bovengrens gaat is dit niet erg, kleinere individuen zullen kleinere deeltjes opnemen, maar geen grotere.

In het begin van het onderzoek naar deeltjes in magen werden vele (grote) ciliata (eencellige diertjes) aangetroffen. In eerste instantie werden deze geteld. De grote van deze diertjes was zeer variabel. De meeste waren rond de 400 x 250 µm, maar er werden ook veel grotere individuen aangetroffen. Dit gaf al reden tot nadenken of dit wel helemaal in orde was, of dat misschien het monster was vervuild. Toen bleek dat in watermonsters geen van deze diertjes werden aangetroffen werd er literatuur op na geslagen. De literatuur was echter niet toereikend en is er contact opgenomen met J. Davenport, professor aan de universiteit van Cork en D. Iglesias, onderzoeker in opleiding. Zij hadden beide een soortgelijk onderzoek gedaan. Davenport was op hetzelfde probleem gestuit. Volgens hem betrof het wandmateriaal van het verteringsgestel, dat voor een groot deel uit materiaal bestaat met ciliare bewegingen.

Bij de bepaling van de grootste deeltjes is er gekeken naar de lengte en de ratio (lengte / breedte) of er een verband is tussen de lengte en breedte. Dit is gedaan omdat het vermoeden bestond dat de lengte meer toeneemt als de breedte. In grafiek 9 en 10 is de lengte tegen de ratio uitgezet. Er is gebruik gemaakt van een "power" trendlijn om te zien of er inderdaad een verband is tussen de lengte en de breedte. Bij de dierlijke deeltjes is dit niet duidelijk te zien bij de oester (grafiek 12). De lijn gaat zeer geleidelijk omhoog en voldoet niet echt aan de verwachting. Bij de mossel daarentegen is er wel goed te zien dat naarmate de lengte toeneemt, de ratio sterker toeneemt, of de breedte minder. Bij de plantaardige deeltjes is zowel bij de mossel als de oester een meer lineair verband aanwezig. Er is niet echt sprake van een sterke toename van de ratio als de lengte toeneemt (grafiek 13). Bij de mossel lijkt het erop dat er sprake is van 2 lijnen van de data, één waarbij de ratio sterker toeneemt dan de lengte en een waarbij de lengte en ratio min of meer gelijk toenemen.



Grafiek 12: Dierlijke deeltjes die zijn aangetroffen in de magen van mosselen en oesters



Grafiek 13: Plantaardige deeltjes die zijn aangetroffen in de magen van mosselen en oesters

5. Conclusie

Na een vergelijking van de blanco's van de mossel als oester is er geen verschil aangetroffen.

Met de gegevens die zijn verzameld is gebleken dat zowel mosselen als oesters geen voorkeur hebben voor een bepaalde partikelgrootte.

Bij de mossel is er een gemiddeld maximale filtratiesnelheid berekend van 11,3 l/h/gr adw. De hoogste waarneming is gedaan op 26 juni met een filtratiesnelheid van 30,6 l/h/gr adw. Bij deze waarneming was er een gemiddelde opname van deeltjes van 29 %. Bij de oester is er een gemiddelde maximale filtratiesnelheid berekend van 16,3 l/h/gr adw. De hoogste waarneming is gedaan op 27 juni met een filtratiesnelheid van 33,2 l/h/gr adw, waarbij er een opname percentage was van 38%. De temperatuur heeft geen duidelijke invloed op de filtratiesnelheid. Het percentage opgenomen deeltjes heeft een lineair verband met de filtratiesnelheid. Mosselen filteren meer naarmate er een groter aanbod is van voedsel in de vorm van partikels in het water. De oester laat geen verband zien, deze heeft een te grote spreiding ($R^2 = 0,006$).

De grootste deeltjes die zijn aangetroffen in de maag van de mossel en oester zijn allebei dierlijk. Het grootste dierlijke deeltje bij de mossel had een afmeting van 4800 x 90 µm en bij de oester van 3000 x 140 µm. Bij de mossel is het grootste plantaardige deeltje 3000 x 50 µm en bij de oester 4000 x 60 µm.

Er is aangetoond dat zowel mosselen als oesters in staat zijn om larven te prederen. Bij de oester zijn er meer larven aangetroffen, maar zowel bij de oester als mossel lagen de verwachte aantallen larven veel hoger dan er werd aangetroffen.

6. Aanbevelingen

Om een betere indruk te krijgen in hoeverre mosselen en oesters een voorkeur voor een bepaalde grote hebben voor partikels moeten er meer gegevens worden verzameld. De gegevens die nu voorhanden zijn, zijn alleen nuttig voor een idee, maar dusdanig onvolledig dat een verdere aanvulling noodzakelijk is.

Omdat er weinig deeltjes boven de 20µm aanwezig waren in het water is dit niet onderzocht. Om toch een indruk te krijgen in hoeverre er een voorkeur bij grotere deeltjes is kan er misschien onderzoek naar worden gedaan door partikels aan te bieden met een bekende verhouding.

Bij het onderzoek naar de maaginhoud is er naar alle waarschijnlijkheid een aantal keer geen goed monster genomen. Om dit bij vervolgonderzoek te voorkomen is het aan te bevelen om eerst te bekijken hoe het beste de maaginhoud kan worden verkregen.

Het idee bestaat dat larven mogelijk de waterstroom kunnen detecteren van filtreerders en daarop reageren door er van weg te zwemmen. Of dit inderdaad zo is zou mogelijk in een proefopstelling kunnen worden onderzocht.

7. Literatuur

- Bayne, B.L., 2002. A physiological comparison between Pacific oysters *Crassostrea gigas* and Sydney Rock oysters *Saccostrea glomerata*: food, feeding and growth in a shared estuarine habitat. Marine ecology progress series 232 (2002): 163-178.
- Bougrier, S., Hawkins, A.S.J., Héral, M., 1997. Preingestive selvection of different microalgal mixtures in *Crassostrea gigas* and *Mytilus edulis*, analysed by flow cytometry. Aquaculture 150 (1997): 123-134.
- Deslous-Paoli, J.M., Bougrier, S. P., Geairon, C. B., 1995. Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *crassostrea gigas* (thunberg). Aquaculture 134, pp. 143-154 1995.
- Cranford, P.J., Hill, P.S., 1999. Seasonal variation in food utilization by the suspension-feeding bivalve molluscs *Mytilus edulis* and *Placopecten magnellanicus*. Marine ecology progress series 190 (1999): 223-239.
- Cranford, P. J., (2001). Evaluating the 'reliability' of filtration rate measurements in bivalves. Marine Ecology Progress Series 215: 303-305.
- Davenport, J., R. J. J. W. Smith, et al., 2000. "Mussels *Mytilus edulis*: significant consumers and destroyers of mesozooplankton." Marine Ecology Progress Series 198: 131-137.
- Drinkwaard, A.C., 1999. Introductions and developments of oysters in the North Sea area: a review. Helgoländer Meeresuntersuchungen 52 (1999): 301-308.
- Gelderman, E.A.C., 2003. Oestersurvey 2003, onderzoek naar de bestandsgrootte van de Japanse oester in de Oosterschelde.
- Hawkins, A.J.S., Smith, R.F.M., Bougrier, S., Bayne, B.L., Héral, M.D., 1997. Manipulation of dietary conditions for maximal growth in mussels, *mytilus edulis*, from the marennes-oleron bay, france. Aquat. Living Resour. Vol 10 pp 13-22.
- Hildreth, D.I., Crisp, D.J., 1976. A corrected formula for calculation of filtration rate of bivalve molluscs in an experimental flowing system. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 56 (1976): 111-120.
- Kamermans, P., 1992. Growth limitation in intertidal bivalves of the Dutch Wadden Sea.
- Kater, B.J., 2002. De Japanse oester in de Oosterschelde. Ecologisch profiel.
- Kater, B., Kesteloo – Hendrikse, J., 2003. Mosselbestanden in de Oosterschelde 1992-2002, RIVO rapport.
- Norén, F., J. Haamer, et al., 1999. Changes in the plankton community passing a *Mytilus edulis* mussel bed. Marine Ecology Progress Series 191: 187-194.
- Odus, 2001. Uit de schulp. Visie op duurzame visserij van de Nederlandse schelpdiervisserij. Stichting Odus, Yerseke.
- Petersen, J.K., Bougrier, S., Smaal, A.C., Garen, P., Robert, S., Larsen, J.E.N., Brummelhuis, E., 2001. Measurements of clearance rate in blue mussel, *Mytilus edulis* – a comparison using different methods.

Riisgård, H.U., 2001 A. On measurement of filtration rates in bivalves - the stony road to reliable data: review and interpretation. *Marine Ecology Progress Series* 211 (2001): 275-291

Riisgård, H.U., 2001 B. The stony road to reliable filtration rate measurements in bivalves: a reply. *Marine Ecology Progress Series* 215 (2001): 307-310.

Stee, J. v., 2000. De Japanse oester als concurrent en bedreiging van andere schelpdieren?

Visserijnieuws nummer 29, 23^e jaargang, 18 juli 2003.

Bijlagen

Bijlage 1

De gemiddelde waarnemingen van de blanco's van de mossel en oester.

Range	4-9,99µm	10-19,99 µm	4-9,99µm	10-19,99 µm
Datum	Oester	Oester	Mossel	Mossel
23-mei	8737	251	7955	211
18 juni	4461	185	4465	193
19-jun	4232	145	4719	163
20 juni	4284	145	4712	162
26 juni	9901	371	8958	440
27 juni	8936	433	8144	403
1-jul	9962	423	7867	377
15-jul	2438	104	2506	109

Bijlage 2

Tabel 1: De gemiddelde waarnemingen van de opname van partikelgroottes bij de oester. Links staan de verwachte en werkelijke aantallen deeltjes, rechts de percentages van het aantal deeltjes.

range	oester		oester	
	verwacht	werkelijk	%verwacht	%werkelijk
4	4085	3954	57	55
5	1429	1568	19	22
6	694	790	10	11
7	448	580	6	8
8	241	259	4	4
9	118	129	2	2
10	29	44	1	-1
11	21	36	1	0
12	25	29	0	0
13	20	24	0	0
14	13	14	0	0
15	3	4	0	0
16	1	3	0	0
17	1	1	0	0
18	1	3	0	0
19	2	5	0	0

Tabel 2: De gemiddelde waarnemingen van de opname van partikelgroottes bij de mossel. Links staan de verwachte en werkelijke aantallen deeltjes, rechts de percentages van het aantal deeltjes.

range	mossel		mossel	
	verwacht	werkelijk	%verwacht	%werkelijk
4	1144	1154	57	58
5	373	397	19	21
6	187	239	9	13
7	110	65	5	3
8	70	82	3	4
9	30	17	2	1
10	32	66	2	0
11	21	66	1	1
12	14	47	1	0
13	2	14	0	-1
14	6	10	0	0
15	3	6	0	0
16	3	5	0	0
17	5	20	0	0
18	0	1	0	0
19	0	0	0	0

Bijlage 3

Tabel 1:

Datum	Oester			Mossel		
	Filtratiesnelheid	Standaard deviatie	Aantal deeltjes	Filtratiesnelheid	Standaard deviatie	Aantal deeltjes
23-5	7,0	0,8	8737	6,5	0,3	7955
18-6	15,9	2,8	4388	6,6	4,8	4461
19-6	11,7	1,3	4232	4,1	7,3	4719
20-6	7,8	4,2	4134	10,7	0,3	4712
24-6	11,4	3,9	5013	5,5	3,9	4995
26-6	13,9	3,5	9901	11,3	3,8	8958
27-6	16,3	1,4	8936	11,0	2,6	8144
1-7	10,5	5,2	9962	6,7	2,9	7867
15-7	10,2	2,2	2438	1,8	2,2	2506
18-7	13,1	3,1	2737	3,5	2,2	2584

Tabel 2

Datum	Mossel			Oester		
	Temperatuur	Flow through % opgenomen deeltjes		Flow through % opgenomen deeltjes		
23-mei	17,3	6,74	39,94	6,42	35,99	
23-mei	17,3	6,32	38,04	7,59	41,7	
18-jun	19,8	7,01	30,72	18,78	56,26	
18-jun	19,8	-0,29	-18,72	17,05	51,06	
18-jun	19,8	10,51	49,4	12,24	46,45	
18-jun	19,8	9,06	40,46	15,49	57,81	
19-jun	20,1	9,29	30,58	12,62	44,64	
19-jun	20,1	-1	-6,56	10,78	39,17	
20-jun	19,9	10,5	31,68	12,47	43,94	
20-jun	19,9	10,96	33,09	9,95	32,09	
20-jun	20,1			5,57	9,97	
20-jun	20,1			3,03	-2,83	
24-jun	21	8,24	23,22	14,12	42,33	
24-jun	21	2,73	11,07	8,63	23,22	
26-jun	19,9	6,04	13,22	11,81	28,07	
26-jun	19,9	11,28	21,51	10,32	23,02	
26-jun	21	14,74	29,32	15,24	39,01	
26-jun	20,5	11,07	18,94	17,31	39,8	
27-jun	20,5	13,57	22,2	16,91	40,31	
27-jun	21	11,99	19,56	14,28	31,83	
27-jun	21	7,39	10,87	16,67	34,61	
1-jul	20,2	4,67	13,86	14,19	41,17	
1-jul	20,2	8,82	28,51	6,9	18,45	
15-jul	23	3,35	9,8	11,73	28,65	
15-jul	23	0,29	1,37	8,68	16,68	
18-jul	21,1	5,07	16,62	12,7	35,31	
18-jul	21,1	5,54	18,36	10,15	31,03	
18-jul	21,9	2,35	10,53	12,2	37,84	
18-jul	21,9	1,05	5,63	17,4	48,76	

Bijlage 4

Tabel 1

DIERLIJK			DIERLIJK			PLANTAARDIG			PLANTAARDIG		
oester			mossel			oester			mossel		
lengte	Breedte	ratio	lengte	Breedte	ratio	lengte	Breedte	ratio	lengte	Breedte	ratio
220	170	1,3	200	100	2	90	30	3	300	150	2
220	150	1,5	200	150	1,3	150	90	1,7	350	220	1,6
250	200	1,3	280	140	2	170	160	1,1	420	40	10,5
260	130	2	300	100	3	300	200	1,5	450	30	15
300	130	2,3	300	110	2,7	400	120	3,3	450	30	15
330	200	1,7	310	100	3,1	450	30	15	520	20	26
350	150	2,3	330	100	3,3	480	20	24	550	40	13,8
350	150	2,3	350	150	2,3	480	20	24	580	30	19,3
360	80	4,5	350	150	2,3	560	30	18,7	600	50	12
380	200	1,9	350	250	1,4	600	30	20	700	110	6,4
400	250	1,6	350	120	2,9	650	30	21,7	700	20	35
400	180	2,2	350	150	2,3	700	20	35	700	40	17,5
400	180	2,2	350	150	2,3	780	60	13	700	100	7
400	180	2,2	400	150	2,7	800	20	40	800	30	26,7
400	200	2	400	110	3,6	800	20	40	800	170	4,7
400	130	3,1	400	150	2,7	820	30	27,3	850	30	28,3
440	80	5,5	400	100	4	850	350	2,4	850	10	85
440	190	2,3	420	250	1,7	920	430	2,1	1000	30	33,3
440	380	1,2	450	100	4,5	970	30	32,3	1000	20	50
440	210	2,1	450	200	2,3	1000	110	9,1	1000	40	25
450	350	1,3	450	200	2,3	1100	30	36,7	1000	40	25
450	130	3,5	500	250	2	1300	40	32,5	1000	40	25
450	400	1,1	500	180	2,8	1400	120	11,7	1000	40	25
450	350	1,3	500	300	1,7	1400	150	9,3	1020	20	51
460	200	2,3	550	300	1,8	1600	40	40	1100	30	36,7
460	200	2,3	550	300	1,8	1700	20	85	1100	30	36,7
460	200	2,3	560	180	3,1	1800	40	45	1200	20	60
470	210	2,2	560	180	3,1	1800	30	60	1200	40	30
500	60	8,3	600	200	3	1800	30	60	1300	20	65
500	220	2,3	650	300	2,2	1900	20	95,015	20	75	
500	250	2	670	280	2,4	2000	40	50	1600	140	11,4
500	200	2,5	750	350	2,1	3600	180	20	1600	40	40
520	450	1,2	850	50	17	4000	60	66,7	1800	50	36
530	150	3,5	900	60	15				1820	20	91
540	170	3,2	950	60	15,8				1830	40	45,8
550	280	2	950	60	15,8				1900	50	38
600	150	4	950	60	15,8				2200	40	55
600	280	2,1	1000	270	3,7				2300	50	46
600	220	2,7	1000	30	33,3				2600	30	86,7
600	260	2,3	1050	40	26,3				3000	50	60
600	260	2,3	1070	100	10,7						
610	180	3,4	1100	40	27,5						
620	320	1,9	1150	30	38,3						
620	270	2,3	1200	40	30						

[illegible]

Bijlage 5

Tabel 1 en 2: In deze tabel staan het aantal larven die zijn aangetroffen in de magen van oesters (tabel 1) en mosselen (tabel 2).

Tabel 1

datum	N_dier	N_gigas	N_edulis	N_overig	N_totaal	LARVEN/100L	flow through filtratiesnelheid (l/h/individu)	verwacht aantal larven	% larven in maag
14-5	4	0	25	0	25	53	9	76	33
15-5	4	0	9	0	9	53	9	76	12
27-5	6	0	8	0	8	493	13	1537	1
28-5	6	0	2	0	2	493	13	1537	0
11-6	6	0	3	0	3	223	19	1016	0
23-6	6	9	0	2	11	12	15	43	25

Tabel 2

datum	N_dier	N_gigas	N_edulis	N_overig	N_totaal	LARVEN/100 L	flow through filtratiesnelheid (l/h/individu)	verwacht aantal larven	% larven in maag
14-5	4	0	0	0	0	53	3	25	0
15-5	4	0	3	0	3	53	3	25	12
27-5	6	0	2	0	2	493	3	355	1
28-5	6	0	4	0	4	493	3	355	1
11-6	6	0	3	0	3	223	4	214	1
23-6	6	1	1	0	2	12	3	9	23

Legenda bij tabel 1 en 2:

N_dier= het aantal dieren waarvan op deze datum de maaginhoud is onderzocht

N_gigas = het aantal larven van de Japanse oester die zijn aangetroffen in de maag

N_edulis= het aantal larven van de mossel die zijn aangetroffen in de maag

N_overig= het aantal larven van andere schelpdieren dan de mossel en oester (bijv platte oester) die zijn aangetroffen in de maag

Larven/100L= het aantal larven die zijn aangetroffen in het watermonster van 100 liter.

Filtratiesnelheid= de filtratiesnelheid die is berekend in de filtratieopstelling op de datum die het dichtst bij de monsterdatum ligt.

Verwacht aantal larven= het berekende aantal larven dat in de maag zou zitten (3)

%larven in maag= het aantal larven dat is aangetroffen in de maag t.o.v. het verwachte aantal larven

Bijlage 6

SPECIES	C. gigas		DATE 0	25-4-03	start experiment															
	ORIGIN	Oosterschelde	DATE 1	9-5-03	finish experiment															
0						1						bakje	bakje +	bakje+				bakje +	bakje +	
NR	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT	natgewicht	DRYWEIGHT	DRYWEIGHT	bakje	drooggewicht	asgewicht	asgewicht	A		
	mm	mm	mm	ml	g	mm	mm	mm	ml	g				g						
1	66,25	48,04	20,12	20	30	67,14	48,52	20,56	21	32	1,25	7,22	2,08	0,83	14,69	15,51	14,85	0,17	0	
2	76,01	42,84	17	15	29	76	42,91	16,87	16	31	1,25	5,94	1,96	0,71	14,89	15,58	15,03	0,14	0	
3	62,94	41,78	22,23	12	23	63,1	40,38	22,85	12	24	1,24	7	1,84	0,59	14,64	15,18	14,78	0,14	1	
4	94,38	33,29	21,5	12	28	95	34,78	21,64	11	30	1,25	4,74	1,75	0,51	14,66	15,16	14,76	0,1	1	
5	63,81	34,45	22,84	13	21	62,95	34,29	23,13	15	21	1,23	6,84	1,8	0,57	14,96	15,44	15,09	0,13	0	
6	66,68	42,04	20,25	17	28	67,32	43,14	20,61	18	29	1,24	5,87	1,91	0,67	14,8	15,47	14,93	0,13	0	
7	75,38	53,34	21,8	21	37	77,41	51,97	21,59	22	38	1,23	7,05	2,09	0,85	15,07	15,9	15,24	0,16	0	
8	51,68	15,05	25,07	23	27	52,11	16,17	25,42	24	28	1,25	4,58	1,72	0,47	13,84	14,3	13,94	0,1	0	
9	57,58	37,84	33,4	15	24	57,39	37,85	33,89	27	26	1,24	3,92	1,64	0,41	15,16	15,54	15,24	0,08		

	SPECIES	C. gigas	M. edulis	DATE 0	12-5-03	start experiment													
	ORIGIN	Oosterschelde		DATE 1	16-6-03	finish experiment													
0						1						bakje	bakje +	bakje+		bakje +	bakje +		
NR	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT		natgewicht	DRYWEIGHT	DRYWEIGHT	bakje	drooggewicht	asgewicht	asgewicht	A
	mm	mm	mm	ml	g	mm	mm	mm	ml	g				g					
O 1	102,9	68,66	34,03	44	88	102,95	68,51	34,51	52	93	1,24	17,34	4,44	3,2	14,29	16,54	14,6	0,31	1
O 2	123,2	50,93	39,44	59	99	123,57	51,21	39,66	62	104	1,23	13,25	3,08	1,86	15,2	16,93	15,48	0,28	1
O 3	119,73	40,63	26,36	26	60	120,21	40,96	26,84	34	62	1,23	11,77	3,01	1,78	15,41	17,04	15,64	0,22	.
O 4	120,76	50,84	26,76	45	81	120,96	50,88	27,01	44	86	1,23	16,98	4,3	3,07	14,19	16,5	14,47	0,29	2
O 5	93,43	52,04	32,91	38	69	94,51	52,43	33,53	38	75	1,23	12	3,08	1,85	14,7	16,25	14,88	0,18	1
M 1	48,73	18,49	17,82	8,5	9	49,11	18,61	17,96	8	10	1,23	3,58	1,64	0,41	14,29	14,67	14,36	0,06	0
M 2	53,11	22,74	20,26	9,5	13	53,02	22,98	20,51	12	15	1,23	4,39	1,74	0,51	14,59	15,06	14,67	0,08	0
M 3	52,83	25,71	20,64	12	15														
M 4	51,64	23,53	17,75	7,5	10														
M 5	60,76	28,6	21,77	14	14	60,89	28,74	21,89	14	19	1,23	5,76	1,93	0,7	15,03	15,65	15,12	0,09	0

	C. gigas	M. edulis	DATE 0	16-6-03	start experiment
ORIGIN	Oosterschelde		DATE 1	27-6-03	finish experiment

0	1									bakje		bakje +		bakje+		bakje +		bakje +	
NR	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT	natgewicht		DRYWEIGHT	DRYWEIGHT	bakje	drooggewicht	asgewicht	asgewicht	A
	mm	mm	mm	ml	g	mm	mm	mm	ml	g			g						
O 1	114,5	40,88	24,24	28	55	116,68	41,99	24,39	34	58	1,24	6,58	2,06	0,82	13,93	14,73	14,07	0,14	0
O 2	110,1	62,32	28,54	46	90	111,58	63,54	28,34	50	91	1,24	15,21	3,53	2,28	14,93	16,99	15,24	0,3	1
O 3	119,94	56,36	28,57	50	89	120,06	57,25	29,69	49	90	1,24	16,11	3,93	2,69	13,91	16,24	14,2	0,29	2
O 4	125,17	47,31	21,76	30	68	126,35	47,37	22,05	36	70	1,23	11,47	2,68	1,45	14,72	16,06	14,97	0,24	1
O 5	112,8	60,28	24,49	36	73	114,52	60,81	24,78	52	76	1,24	13,43	3,32	2,08	14,43	16,34	14,71	0,28	1,6
M 1	62,41	29,72	22,06	16	22	62,26	29,1	22,11	16	22	1,24	5,1	1,96	0,72	14,97	15,67	15,09	0,12	0
M 2	53,07	25,22	19,35	9	13	53,48	25,55	19,45	12	14	1,24	4,39	1,84	0,6	14,87	15,44	14,96	0,09	0
M 3	52,61	24,64	20,51	12	14	52,87	24,5	21,01	12	14	1,25	5,2	1,94	0,69	14,99	15,68	15,09	0,11	0
M 4	53,26	23,85	21,32	9	15	53,43	24,19	21,94	11	15	1,24	5,59	2,05	0,81	14,6	15,4	14,71	0,11	0
M 5	53,6	24,86	18,8	8	13	53,67	24,65	19,53	8	13	1,26	2,92	1,53	0,27	14,34	14,61	14,4	0,06	0
SPECIES C. gigas M. edulis DATE 0 27-6-03 start experiment																			
ORIGIN Oosterschelde DATE 1 19-7-03 finish experiment																			
0	1									bakje		bakje +		bakje+		bakje +		bakje +	
NR	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT	LENGTH	WIDTH	THICKNESS	VOLUME	WETWEIGHT	natgewicht		DRYWEIGHT	DRYWEIGHT	bakje	drooggewicht	asgewicht	asgewicht	A
	mm	mm	mm	ml	g	mm	mm	mm	ml	mg			g						
O 1	118,94	58,98	42,11	69	116	119,1	59,43	52,36	67	120	1,24	12,04	2,72	1,48	14,88	16,29	15,18	0,3	1
O 2	115,35	65,69	41,2	90	140	115,39	65,98	41,33	90	145	1,25	21,18	4,7	3,46	15,03	17,65	15,38	0,35	2
O 3	109,56	57,75	35,87	52	94	109,99	57,88	35,96	52	98	1,24	16,35	3,69	2,45	15,13	17,45	15,52	0,39	1
O 4	124,69	54,36	30,69	54	82	125,03	54,41	30,84	36	86	1,24	9,77	2,86	1,62	15,31	16,83	15,52	0,21	1
O 5	88,68	48,74	28,07	30	50	88,79	49,07	28,63	20	57	1,24	10,13	2,84	1,61	14,06	15,51	14,26	0,2	1
M 1	58,12	27,34	22,26	12	17	58,19	27,33	22,44	9	18	1,24	6,36	2,14	0,91	14,74	15,57	14,83	0,09	0
M 2	60,43	27,51	25,13	16	22	60,81	27,6	25,46	10	22	1,23	5,53	1,97	0,74	14,77	15,44	14,85	0,08	0
M 3	57,1	25,92	20,07	11	16	57,35	26,11	20,19	11	16	1,23	8,65	2,78	1,55	15,23	16,69	15,37	0,13	1
M 4	57,93	26,42	22,94	15	18	58,19	26,55	23,51	13	18	1,24	6,62	2,28	1,05	14,69	15,66	14,8	0,11	0
M 5	56,19	24,76	19,88	10	15	56,43	24,83	20,21	11	15	1,23	8,79	2,53	1,3	14,85	16,03	14,98	0,13	1

